

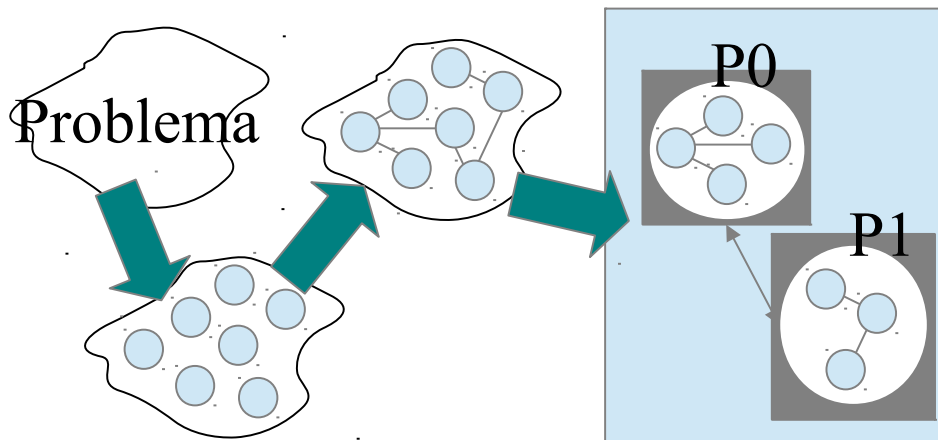
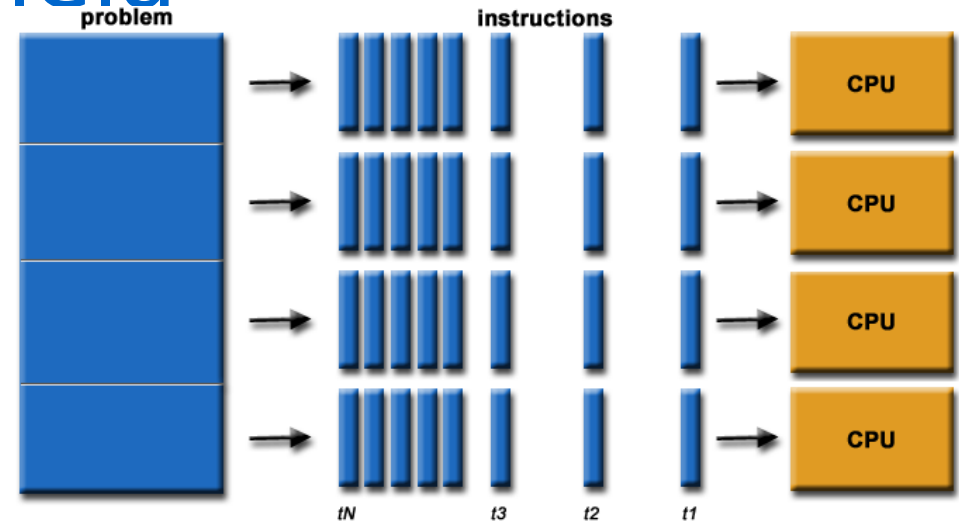
Programação Paralela

Profa. Andrea Charão

Depto. de Linguagens e Sistemas de Computação – CT/UFSM

Programação Paralela

- Metodologia
 - ◆ Projeto
 - ◆ Implementação

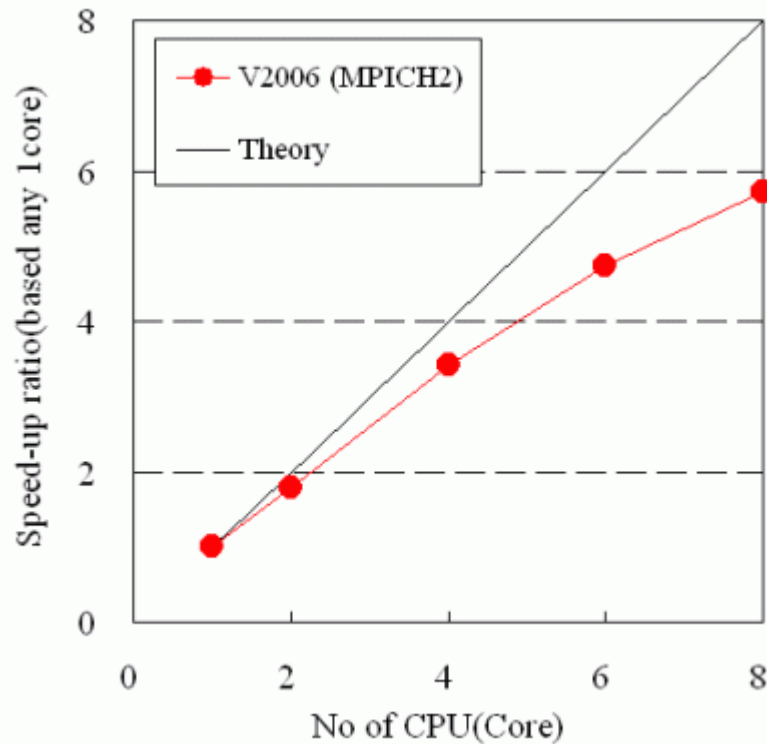


Ferramentas

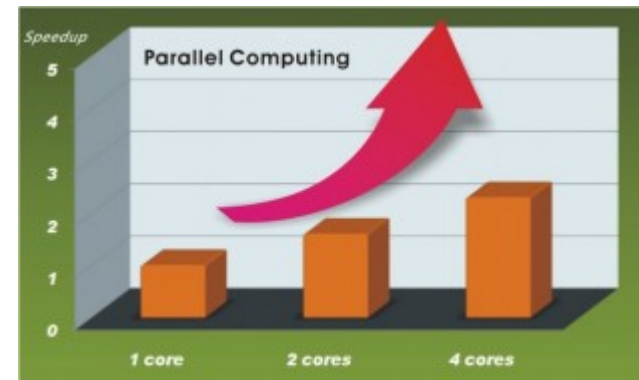
- MPI
- OpenMP
- CUDA
- OpenCL
- OpenACC
- Hadoop
- Etc.

Programação Paralela

- Métricas de desempenho



$$\text{Speedup (p)} = T_{\text{seq}} / T_{\text{par(p)}}$$
$$\text{Eficiência (p)} = \text{Speedup (p)} / p$$



Projeto de Programas Paralelos

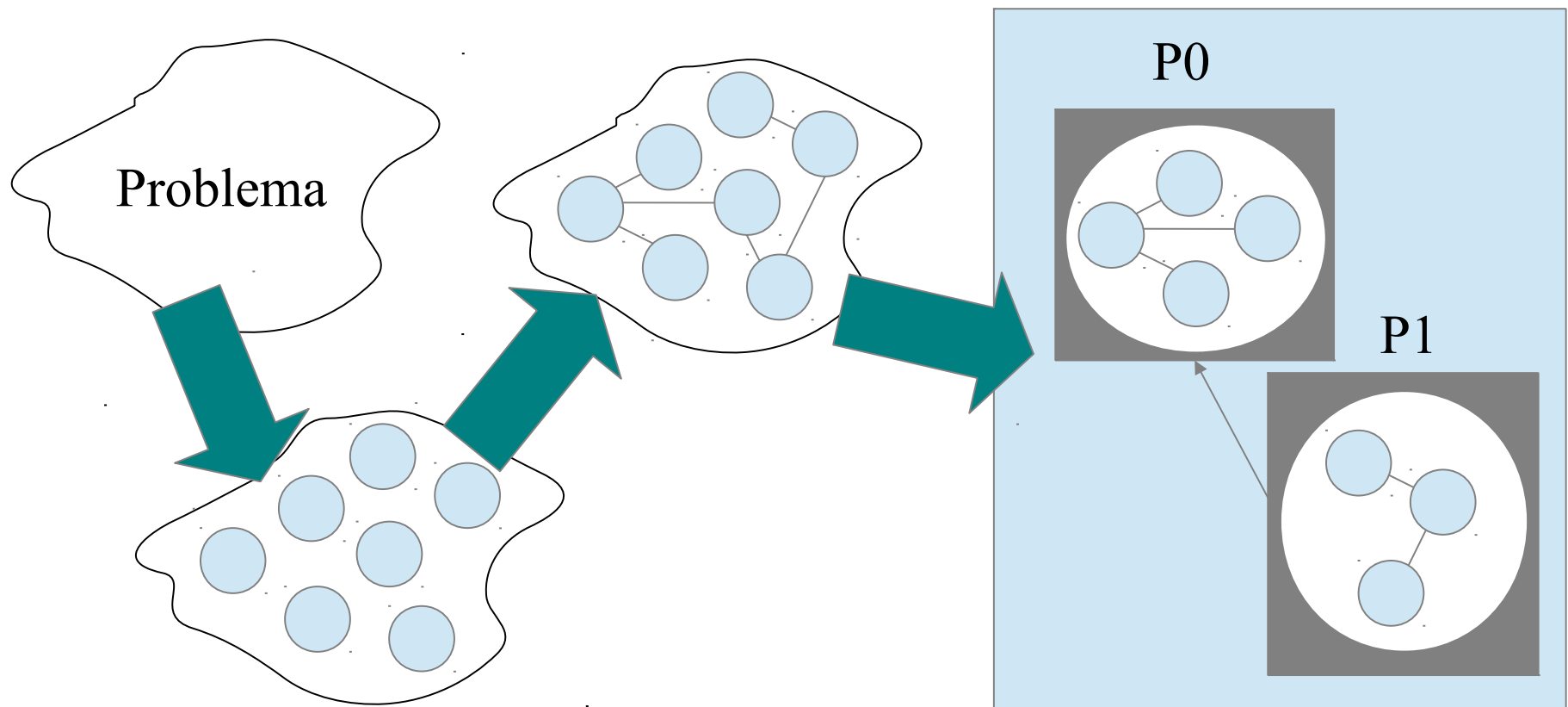
- Particionamento
- Comunicação
- Aglomeração
- Mapeamento

DESIGNING and BUILDING
PARALLEL PROGRAMS

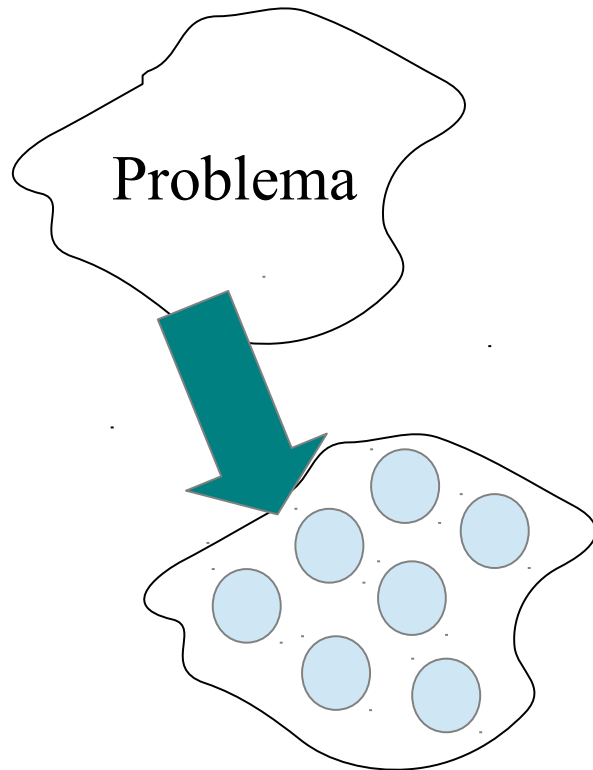
Concepts and Tools for
Parallel Software Engineering



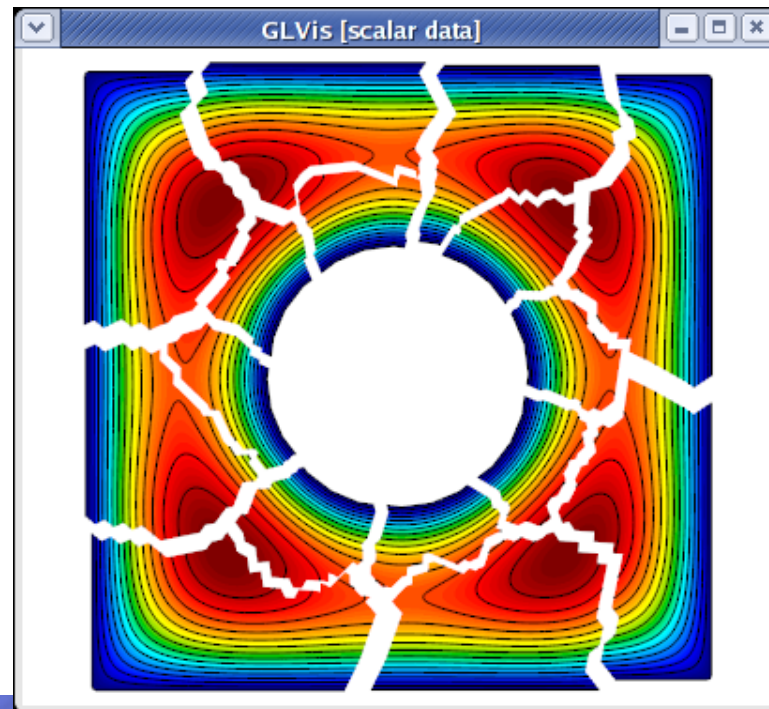
Ian Foster



Particionamento

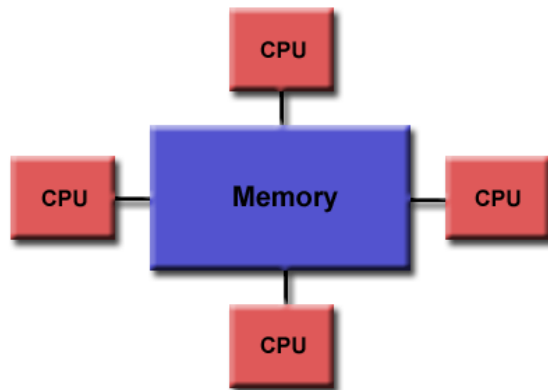
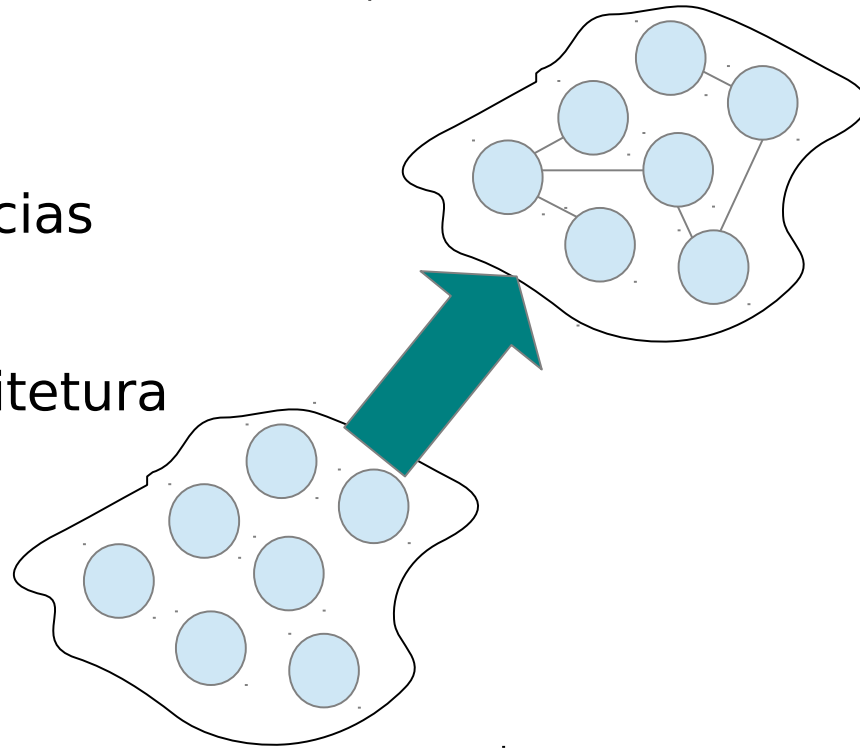


- Identificar máximo de oportunidades de execução paralela
- Decompor problema em sub-problemas
 - ◆ dados
 - ◆ operações

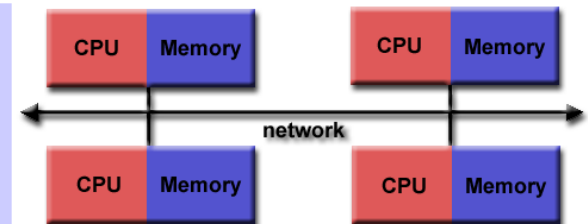


Comunicação

- Satisfazer dependências
- Overhead
- Dependente de arquitetura

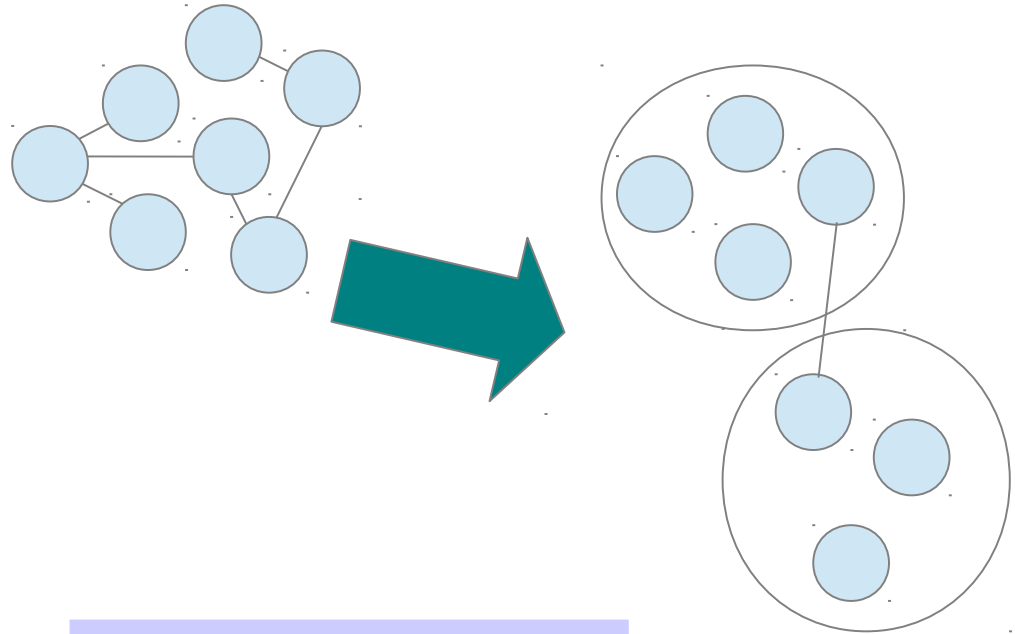
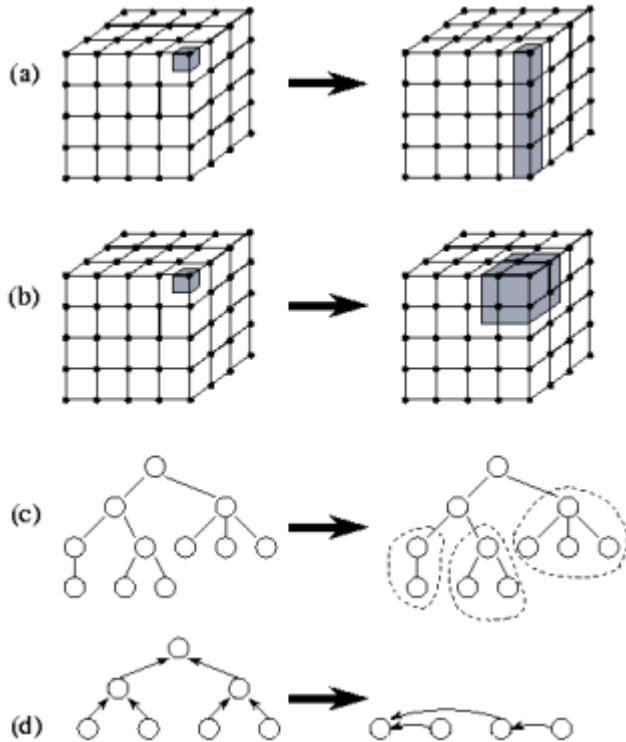


- Memória compartilhada
- Memória distribuída



Aglomerção

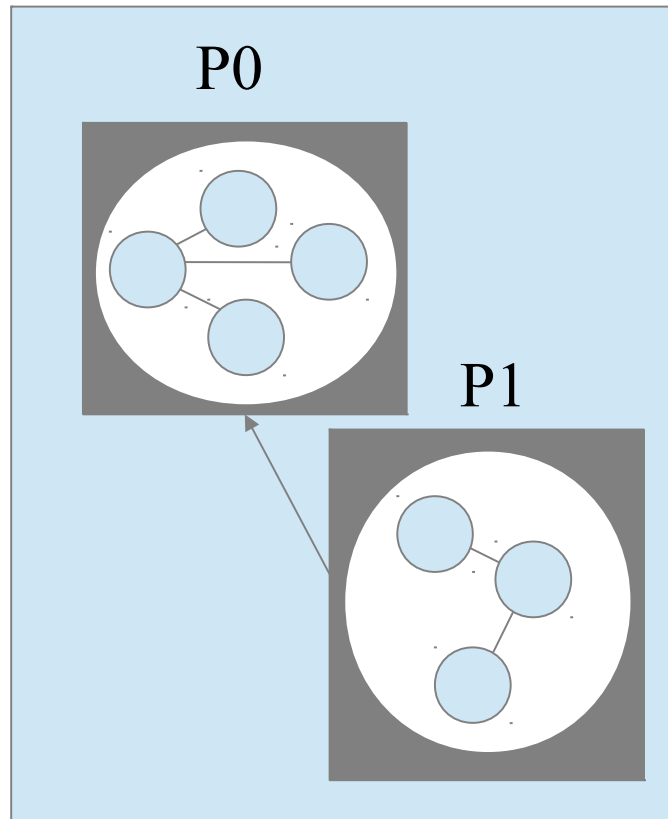
- Reduzir comunicações



Tempo de processamento deve ser maior que tempo gasto em comunicação!

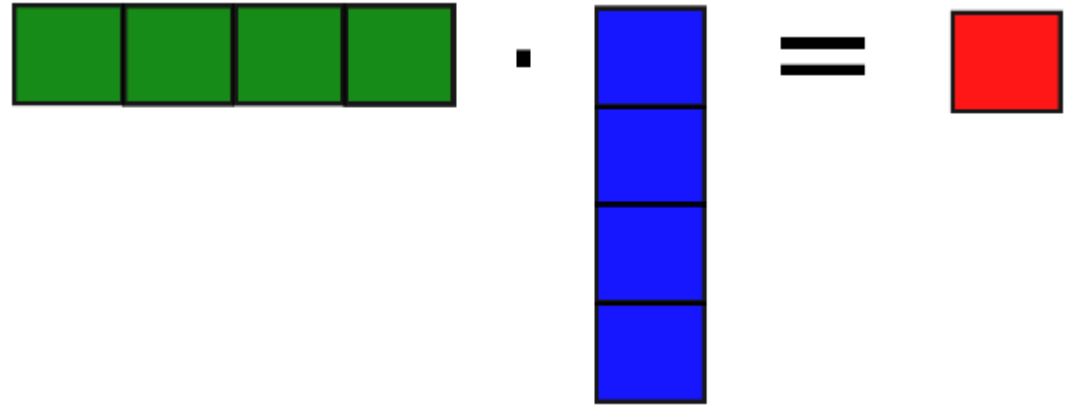
Mapeamento

- Alocar tarefas aos processadores



Balanceamento de
carga
(estático ou dinâmico)

Exemplo: produto escalar (a.b)



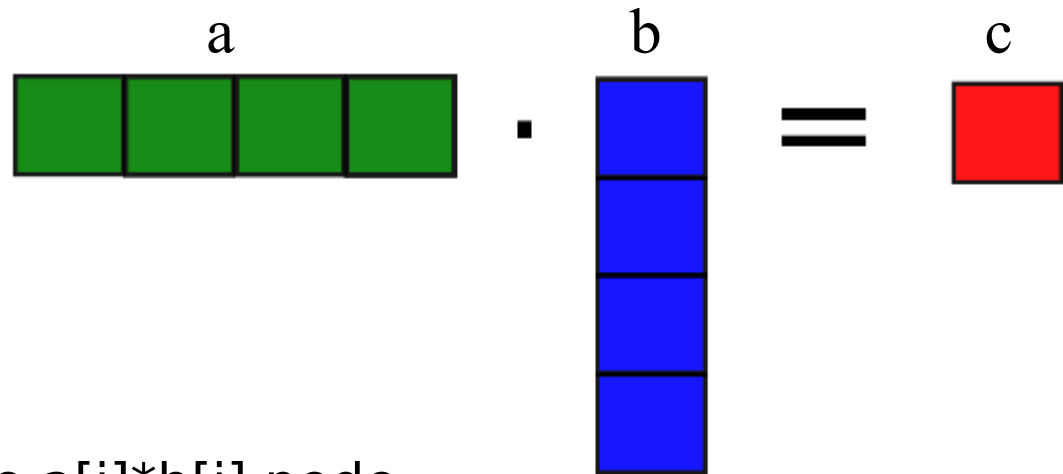
- Particionamento?
- Comunicação?
- Aglomeração?
- Mapeamento?

$$A = [1,2,3,4]$$

$$B = [1,2,3,4]$$

$$C = 1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 4 \times 4 = 1 + 4 + 9 + 16 = 30$$

Exemplo: produto escalar (a.b)



■ **Particionamento**

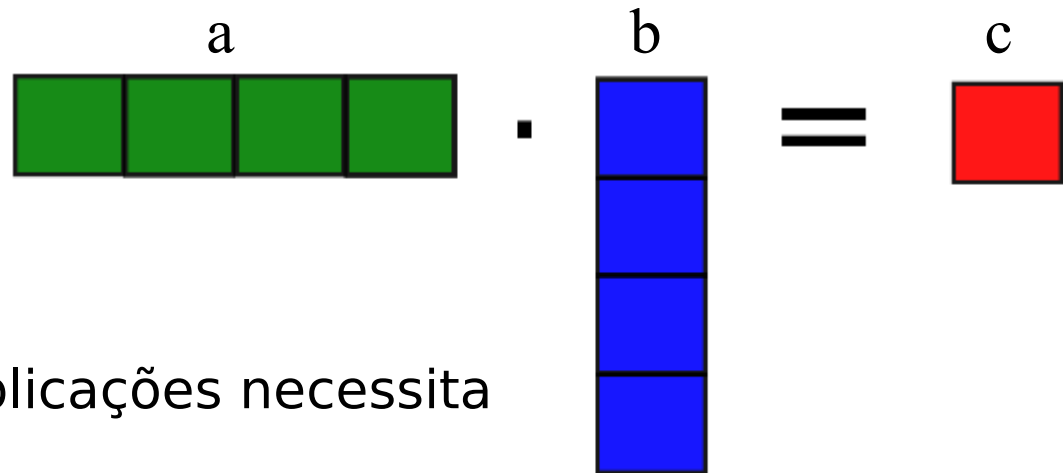
- ◆ Dados (estrutural)
- ◆ Cada multiplicação $a[i] \cdot b[i]$ pode ocorrer em paralelo

$$a = [1, 2, 3, 4]$$

$$b = [1, 2, 3, 4]$$

$$c = 1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 4 \times 4 = 1 + 4 + 9 + 16 = 30$$

Exemplo: produto escalar (a.b)



■ Comunicação

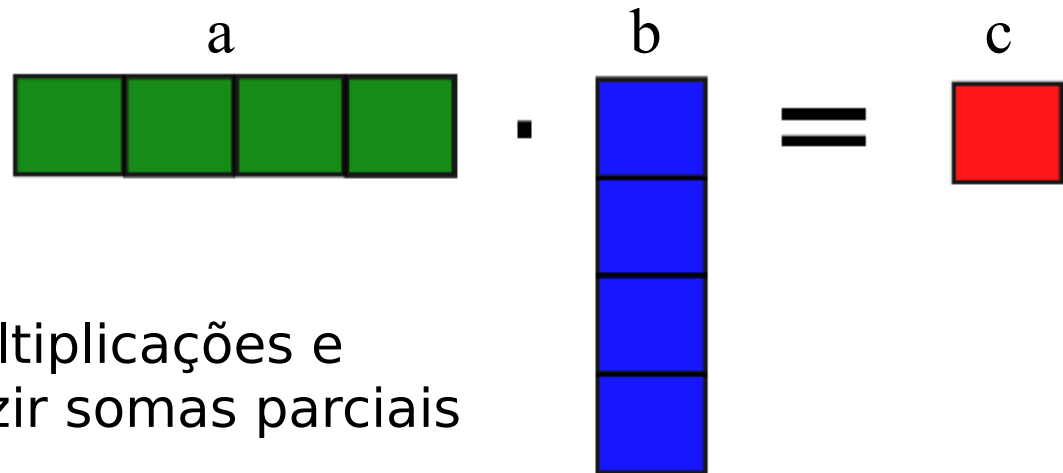
- ◆ Cálculo das multiplicações necessita de 2 valores
- ◆ Cálculo das somas necessita do resultado das multiplicações

$$a = [1,2,3,4]$$

$$b = [1,2,3,4]$$

$$c = 1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 4 \times 4 = 1 + 4 + 9 + 16 = 30$$

Exemplo: produto escalar (a.b)



■ Aglomeração

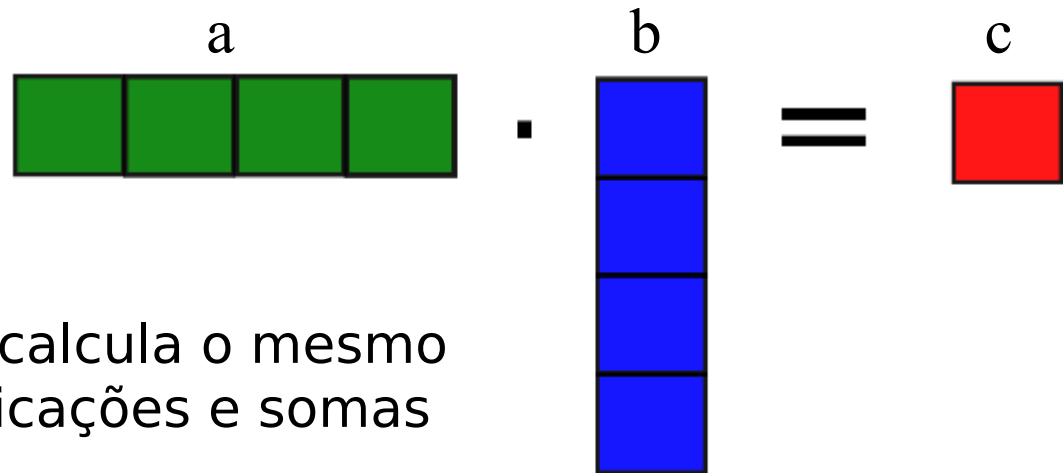
- ◆ Agrupar várias multiplicações e somas para produzir somas parciais

$$a = [1,2,3,4]$$

$$b = [1,2,3,4]$$

$$c = 1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 4 \times 4 = 1 + 4 + 9 + 16 = 30$$

Exemplo: produto escalar (a.b)



■ Mapeamento

- ◆ Cada processador calcula o mesmo número de multiplicações e somas
- ◆ Distribuição estática

$$a = [1, 2, 3, 4]$$

$$b = [1, 2, 3, 4]$$

$$c = 1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 4 \times 4 = 1 + 4 + 9 + 16 = 30$$

Implementação

- Arquitetura alvo
- Ferramentas de programação paralela

Arquiteturas

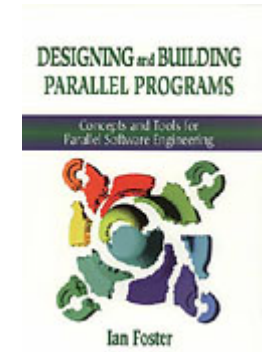
- Cluster
- Multicore
- GPU
- Híbridas
- Etc.

Ferramentas

- MPI
- OpenMP
- CUDA
- OpenCL
- OpenACC
- Hadoop
- Etc.

Mais sobre isso em...

Foster, Ian. Designing and Building Parallel Programs
Disponível em: <http://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/>



Obs.: Este livro já é antigo e não deve ser usado como referência para modelos de computadores ou versões de ferramentas de programação. No entanto, aspectos de projeto e avaliação de desempenho de programas paralelos continuam válidos.

Tutoriais LLNL (Lawrence Livermore National Laboratory)

Disponíveis em:

https://computing.llnl.gov/?set=training&page=index#training_materials

Obs.: Tutoriais bem objetivos e atualizados.